

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-040894

(43)Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.Cl.

H05K 9/00  
B32B 5/02  
B32B 7/02  
E04B 1/92

(21)Application number : 10-209200

(71)Applicant : KUREHA CHEM IND CO LTD  
KAJIMA CORP

(22)Date of filing : 24.07.1998

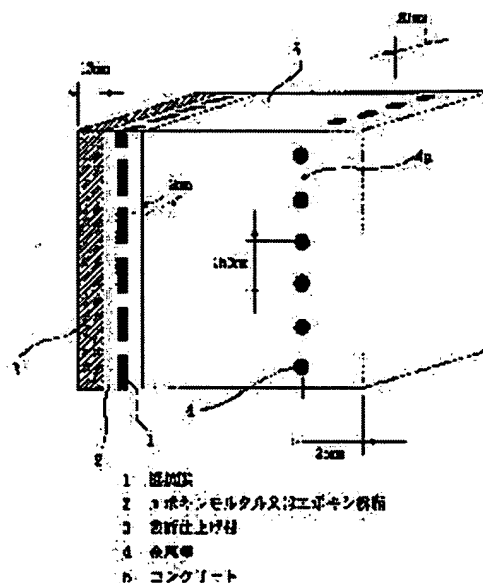
(72)Inventor : OTANI AKIRA  
NAGAI AISAKU  
SHIBUYA YUKIHIRO  
KOBAYASHI MIKIO  
KASASHIMA YOSHINORI  
NAKAGAWA HIROAKI  
KOSUGI TAKATOMO  
SATO TAKURO

## (54) RESISTANT FILM FOR RADIO WAVE ABSORBING WALL, MANUFACTURE THEREOF AND RADIO WAVE ABSORBING WALL USING THE RESISTANT FILM

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make strength higher to handle easily and to improve wave absorbing characteristics by coating both or one side of the surface of carbon fiber paper with a resin.

SOLUTION: Various kinds of methods are available to coat both or one side of the surface of carbon fiber paper with a resin. For example, when both sides of the surface of carbon fiber paper, there is a method of impregnating carbon fiber paper with a thermosetting resin to harden it. In this case, if liquid in which the thermosetting resin is diluted with solvent is used, the impregnation with the carbon fiber paper can be facilitated. If the liquid diluted with the solvent is used, it is preferable that the solvent is heated and removed before hardening the resin. By this method, a resistant film has proper strength and rigidity and is excellent in handling and working properties while it is light in weight. If the resistant film is buried in a dielectric body such as concrete or an epoxy resin in a wave absorbing body, it is not affected by the characteristic of the dielectric body and its electric characteristic is held.



[Date of request for examination] 02.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3022844

[Date of registration] 14.01.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-40894

(P2000-40894A)

(43) 公開日 平成12年2月8日 (2000.2.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 5 K 9/00		H 0 5 K 9/00	M 4 F 1 0 0
B 3 2 B 5/02		B 3 2 B 5/02	A 5 E 3 2 1
	7/02		1 0 4
E 0 4 B 1/92		E 0 4 B 1/92	

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-209200

(22) 出願日 平成10年7月24日 (1998.7.24)

(71) 出願人 000001100

呉羽化学工業株式会社

東京都中央区日本橋堀留町1丁目9番11号

(71) 出願人 000001373

鹿島建設株式会社

東京都港区元赤坂1丁目2番7号

(72) 発明者 大谷 陽

東京都中央区日本橋堀留町一丁目9番11号

呉羽化学工業株式会社内

(74) 代理人 100085453

弁理士 野▲崎▼ 照夫

最終頁に続く

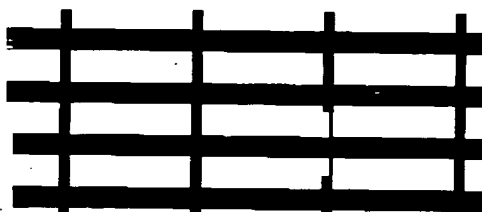
(54) 【発明の名称】 電波吸収壁用の抵抗膜及びその製造方法、並びにその抵抗膜を用いた電波吸収壁

(57) 【要約】

【課題】 共振型の電波吸収体に好適に使用される、軽量で、且つ取り扱いが容易である施工性に優れた抵抗膜及びその抵抗膜の製造方法を提供する。

【解決手段】 炭素繊維ペーパーの両面又は片面が樹脂で被覆されていることを特徴とする電波吸収体用抵抗膜を形成する。この抵抗膜は軽量で、且つ取り扱いが容易であり、施工性に優れている。また電波吸収特性の向上のため、この抵抗膜には複数の開孔部が形成されていることが好ましい。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭素繊維ペーパーの両面又は片面が樹脂で被覆されていることを特徴とする電波吸収体用抵抗膜。

【請求項2】 炭素繊維ペーパーが短炭素繊維から形成されている請求項1記載の抵抗膜。

【請求項3】 複数の開孔部が形成されている請求項1又は2記載の抵抗膜。

【請求項4】 複数の開孔部が同じ形状をしており、且つ一定の間隔を空けて規則的に配置されている請求項3記載の抵抗膜。

【請求項5】 短炭素繊維を抄紙して炭素ペーパーを得る工程と、前記炭素ペーパーの両面又は片面を樹脂で被覆する工程とを有する電波吸収体用抵抗膜の製造方法。

【請求項6】 さらに、複数の開孔部を炭素繊維ペーパーに形成する工程を有する請求項5記載の抵抗膜の製造方法。

【請求項7】 請求項1～4のいずれかに記載の抵抗膜と電波反射層とを有する電波吸収体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電波吸収体に用いられる抵抗膜及びその製造方法並びにその抵抗膜を用いた電波吸収体に関する。さらに詳しくは、建築物の外壁材として有用な電波吸収構造体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ビルディング等建造物による電波障害が大きな社会問題となっている。この電波障害を解消するために、電波の反射体と抵抗膜とを組み合わせた $\lambda/4$ 型の電波吸収壁が提案されている（特開平8-326193号公報参照）。この提案は、電波の反射層と抵抗膜とからなる構造体において、反射層の入射方向の前面から $\lambda/4$ （ $\lambda$ は入射電波の波長）だけ離れた位置に所定の抵抗値を有する抵抗膜を配置すると、電波吸収特性の優れた電波吸収体になるという知見に基づくものである。

【0003】また、同様の思想に基づく電波吸収体が提案されている（特開平9-260886号公報参照）。これは、 $10^{-4} \sim 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ の体積固有電気抵抗を示す多数本の炭素長繊維を長さ方向に配列し結着剤で結合してなる複数の長尺の炭素繊維束を間隔を開けて平行に配列してなる抵抗膜層と、その背後にある誘電体層と、更に誘電体層の背後にある反射層とを有する電波吸収体である。

【0004】その他、抵抗膜として炭素繊維（CF）抄造紙を用いたときの、その電気的な基礎物性並びに、前記炭素繊維抄造紙を抵抗膜として用いた $\lambda/4$ 型電波吸収体として使用した場合のテレビ電波吸収能についての実験的検討の報告がなされている（大谷他：日本建築学会大会講演梗概集、1996年6月、p1339-13

40「炭素繊維抵抗膜を用いたテレビ電波吸収壁の開発（その1 CF抵抗膜の電気的特性と電波吸収能）」参照）。ここでは、厚さ $350 \mu\text{m}$ で直流面積抵抗が $473 \Omega/\text{square}$ のCF抄造紙を2枚張り合わせた抵抗膜、並びに該抵抗膜に矩形的の孔を開けてメッシュ構造とし、開孔率を変えることにより抵抗値を調整した抵抗膜が使用されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、炭素繊維抄造紙は強度が低い。そのため、例えばコンクリート等に埋め込んで実用的な面積を有する電波吸収壁を製造する場合に、取り扱いが容易でない。特に開孔を有するメッシュ形状の抵抗膜においてはそれが顕著である。本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、軽量で強度が高いため、共振型の電波吸収体の製造時において取り扱いが容易な、施工性に優れた抵抗膜及びその抵抗膜の製造方法を提供することを目的としている。本発明の更なる目的は、その抵抗膜を用いた優れた電波吸収特性を有する電波吸収体を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の前記目的及び利点は、炭素繊維ペーパーの両面又は片面が樹脂で被覆されていることを特徴とする電波吸収体用抵抗膜によって達成される。炭素繊維ペーパーを樹脂で被覆することにより、抵抗膜の重量を大きくすることなく抵抗膜の強度を向上させることができる。したがって、抵抗膜を埋め込んだ構造の電波吸収体の製造において、施工性に優れた抵抗膜となる。また、その被覆する樹脂で抵抗膜の抵抗値を調整することができる。なお、本発明の抵抗膜は樹脂で被覆されるため、抵抗膜に防湿、防水の機能を付与することができる利点もある。この炭素繊維ペーパーは短炭素繊維から形成されることが製造上好ましい。

【0007】また、本発明の抵抗膜には複数の開孔部を形成することが好ましい。開孔によって抵抗膜の抵抗値を調整することができる。また、コンクリート等の誘電体に埋設される場合、抵抗膜が開孔を有することによって、抵抗膜の両側を挟むコンクリート等の構造体が開孔を通して一体となることができる。したがって、誘電体の強度をあまり損なうことがない。さらに、接着剤等により抵抗膜とコンクリート等の構造体とを接着する作業が不要となる。開孔の形状は矩形、三角形、その他の多角形、円形、楕円形等任意の形状とすることができる。但し、製造や電波吸収特性の面から矩形が好ましい。また、抵抗膜の複数の開孔部を同じ形状とし、且つ一定の間隔を空けて規則的に配置されていると、抵抗値を調整する面から好ましい。

【0008】複数の開孔部が同じ形状であり、且つ一定の間隔を空けて規則的に配置されている抵抗膜を用いて共振型の電波吸収構造体を構成する場合、開孔部が規則的に配置された方向と吸収しようとする電波の電界方向

とが平行になるように構成されることが好ましい。これにより、電波吸収特性を向上させることができる。本発明の電波吸収体用抵抗膜は、短炭素繊維を抄紙して炭素繊維ペーパーを得る工程と、前記炭素繊維ペーパーの両面又は片面を樹脂で被覆する工程とを経て製造することができる。

【0009】本発明の抵抗膜は、電波反射層を組み合わせで電波吸収体として使用されることができる。例えば本発明の電波吸収構造体は、炭素繊維ペーパーの両面又は片面が樹脂で被覆されている抵抗膜と導電性の電波反射層と誘電体とを含む。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の電波吸収体用抵抗膜は炭素繊維ペーパーの両面又は片面が樹脂で被覆されてシート状に成形されたものである。シートの形状としては縦と横がほぼ同程度の寸法を有するものから、一方向の寸法が他方向の寸法に比べて極端に大きなテープ状のものも包含するものである。本発明の抵抗膜の構成要素である炭素繊維ペーパーは、例えば短炭素繊維を抄紙することによって製造することができる。抄紙は、炭素繊維と抄紙用バインダーの混合物を原料として、円網を用いた抄き網部、圧搾部、乾燥部等からなる通常の抄紙機を用いて行うことができる。炭素繊維は、例えばピッチ、ポリアクリロニトリル、レーヨン等を原料としたものが使用される。このなかでもピッチを原料とした短炭素繊維が好ましい。原料のピッチとしては、例えば石炭系のコールタール、コールタールピッチ、石炭液化物、石油系の重質油、ピッチ、石油樹脂やその熱重縮合反応生成物、ナフタレンやアントラセンの触媒反応による生成物等を挙げることができる。

【0011】本発明で使用される炭素繊維は、繊維長が0.1～150mm程度の短炭素繊維が好ましく使用される。また、炭素繊維はその体積抵抗が $10^{-3} \sim 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 、繊維直径が $5 \sim 30 \mu\text{m}$ のものが好ましく使用される。炭素繊維は一種類又は上記特性の異なる二種類以上の炭素繊維を混合して使用することができる。抄紙用バインダーとしては、セルロース繊維、ポリプロピレン繊維、ポリビニルアルコール繊維、抄紙用パルプ等の有機繊維が好適であり、一種類又は二種類以上のバインダーの混合物を使用することができる。

【0012】炭素繊維ペーパーの抵抗値は、炭素繊維の体積固有抵抗の値、炭素繊維の長さ、炭素繊維と抄紙用バインダーとの配合比、炭素繊維ペーパーの坪量（単位面積当たりの重量）等を適当に組み合わせることによって所望の値に調整することができる。本発明の抵抗膜は、上述のようにして製造した炭素繊維ペーパーの両面又は片面を樹脂で被覆して製造する。ハンドリング性、抵抗値の調整の面から炭素繊維ペーパーの両面が被覆されることが好ましい。

【0013】樹脂としては、フェノール樹脂、エポキシ

樹脂、ポリエステル樹脂等の熱硬化性樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂（PET）、ポリブチレンテレフタレート樹脂（PBT）、ポリカーボネート樹脂（PC）、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂などの熱可塑性樹脂、天然ゴム、合成ゴム等のゴム状物質等を例示することができる。このなかでもポリエチレンテレフタレート樹脂（PET）を使用することが、ラミネートの容易性、抵抗膜の強度および剛性等の点から好ましい。

【0014】炭素繊維ペーパーの両面又は片面を樹脂で被覆するには、各種の方法を採用することができる。例えば、炭素繊維ペーパーの両面を樹脂で被覆する場合、炭素繊維ペーパーに熱硬化性樹脂を含浸させて硬化させる方法が挙げられる。このとき熱硬化性樹脂を溶剤で希釈したものを使用すると、炭素繊維ペーパーへの含浸を容易にすることもできる。溶剤で希釈した樹脂を使用した場合、樹脂の硬化に先立って溶剤を乾燥除去することが好ましい。溶剤としては、例えばエチルアルコール等を例示することができる。

【0015】その他、炭素繊維ペーパーに、熱可塑性樹脂を溶剤に溶解した溶液を含浸させ、その後溶剤を乾燥除去することによっても炭素繊維ペーパーの両面を樹脂で被覆することができる。また、炭素繊維ペーパーの両面又は片面に熱可塑性樹脂からなるシートまたはフィルムをラミネートする方法によっても、炭素繊維ペーパーの両面又は片面を樹脂で被覆することができる。ラミネートは加熱プレス、加熱ローラーによる圧着等によって行うことができる。

【0016】本発明の抵抗膜は、構成要素である炭素繊維ペーパーの抵抗値を調整することにより、容易に希望の抵抗値を有するように制御することができる。炭素繊維ペーパーの抵抗値は炭素繊維ペーパーの断面積等によって変化する。また、上記のようにして製造された両面又は片面が樹脂で被覆された炭素繊維ペーパーに、開孔部を形成することによって更に抵抗膜全体の抵抗値を調整することができる。

【0017】開孔部を形成して抵抗膜の抵抗値を調整する場合においては、複数の開孔部が同じ形状をしており、且つ一定の間隔を空けて規則的に配置されていることが好ましい。複数の開孔部が同じ形状であり、且つ一定の間隔を空けて規則的に配置されている抵抗膜を用いて共振型の電波吸収構造体を構成する場合、開孔部が規則的に配置されている方向と吸収しようとする電波の電界方向とが平行になるように構成されることが好ましい。このような構造にすることによって電波吸収特性を向上させることができる。

【0018】開孔部を形成する方法としては、樹脂で両面又は片面が被覆された炭素繊維ペーパーの一部を切断して取り除く方法がある。あるいは樹脂で両面又は片面が被覆されたテープ状の炭素繊維ペーパーを格子状に接

着又は熱圧着する方法によって、開孔部をもった本発明の抵抗膜を形成することができる。その他、開孔部が形成された炭素繊維ペーパーの両面又は片面に樹脂を被覆されることによって得ることができる。但し、樹脂で被覆された後に開孔する方が、炭素繊維ペーパーに開孔部を形成しやすいので好ましい。本発明の抵抗膜は、樹脂層を含めた全体の厚さが0.05~1.0mm、好ましくは0.2~0.4mmであることが、強度やハンドリング性等の面から望ましい。

【0019】本発明の抵抗膜を用いると、優れた電波吸収特性をもった共振型の電波吸収体を得ることができる。また、抵抗膜は強度、剛性が高く、且つ軽量であるため施工性がよい。したがって容易に電波吸収体を製造することができる。本発明の抵抗膜を用いて共振型の電波吸収体を製造するには、抵抗膜と電波反射層とを適当な間隔を保って配置するように構成する。抵抗膜と電波反射層の間は真空又は空気のみが存在する構成であってもよく、またコンクリート、プラスチック、石材、煉瓦、木材等の誘電体が存在する構成であってもよい。誘電体の中に抵抗膜が埋没されるような構成であっても、誘電体の性状に影響を受けることが少なく、安定した電波吸収特性を維持できる。したがって、本発明の抵抗膜を用いれば、電波吸収体の設計が容易に行える。

【0020】電波反射層は、金属板、金属箔等の連続したシートあるいはフィルム状の導電体、金網のような導電性の網状体、金属等の導電性の棒又は線を一方向或いは二方向にはほぼ一つの平面を構成するように間隔をおいて配置した層等で構成することができる。電波反射層は電波吸収体で吸収しようとする電波を反射するものであればこれらに限定されるものではない。鉄筋コンクリートで電波吸収体を構成する場合は、鉄筋で電波反射層を構成することも可能である。

【0021】抵抗膜と電波反射層とは一定の間隔を空けてほぼ平行になるように配置することが好ましい。テープ状の抵抗膜を用いる場合は、テープ状の抵抗膜を所望の間隔をあけて、長さ方向が吸収しようとする電波の電界方向と平行になるように配置することが好ましい。抵抗膜と電波反射層の間隔 $L$ は、吸収しようとする電波の波長を $\lambda$ 、抵抗膜と電波反射層の間に存在する誘電体の誘電率を $\epsilon$ とした場合、

$$L = (\lambda/4) (\epsilon)^{-1/2}$$

とすることが電波吸収特性を高める上で有利であるが、電波吸収特性、電波吸収体の厚さ等を考慮して決定される。本発明の抵抗膜は、ビルディング等のコンクリート外壁の中に埋め込んで共振型の電波吸収壁を製造するのに好適に使用される。

【0022】

【実施例】以下実施例により本発明を更に詳しく説明する。

【実施例1】最高熱処理温度1000℃のビッチ系炭素

繊維(平均繊維長:3mm、平均繊維直径:14.5 $\mu$ m)25重量%、抄紙用バインダーとしてのセルロース繊維75重量%の混合物を原料として抄紙し、坪量40g/m<sup>2</sup>、厚さ0.20mm、幅650mmの長尺炭素繊維ペーパーを製造した。この炭素繊維ペーパーに液状レゾール型フェノール樹脂(エチルアルコール希釈)を含浸させた後、乾燥、硬化させて、坪量60g/m<sup>2</sup>のフェノール樹脂含浸炭素繊維ペーパーとした。この後、フェノール樹脂含浸炭素繊維ペーパーの両面にポリエチレンテレフタレート樹脂シートを積層し加熱圧着し厚さ0.3mmのシート状成形物を製造した。このシート状成形物に、ダイカットロールを用いて、縦40mm、横12mmの矩形の開孔を図1に示すように規則正しく形成し、開孔率50%、高周波抵抗約300 $\Omega$ の抵抗膜(抵抗膜A)を製造した。

【0023】この抵抗膜を用いて図2に示すような構造の2100mm×2100mm×150mmの以下の2種類の電波吸収体(電波吸収体-1、及び電波吸収体-2)を製造した。

(電波吸収体-1)表面から約25mmの位置に太さ6mmの金属棒4を縦、横の間隔がそれぞれ150mm、33mmになるようにメッシュ状に埋設した反射層4aを有する軽量1種コンクリート5の表面に、抵抗膜1(抵抗膜A)を厚さ3mmのエポキシモルタル2を用いて接合しその上を磁器製の厚さ13mmの大型タイルからなる表面仕上げ材3で覆った。抵抗膜1はエポキシモルタル2のほぼ中央になるようにした。

(電波吸収体-2)軽量1種コンクリートの表面に、抵抗膜1(抵抗膜A)を、前記エポキシモルタル2の代わりに厚さ1mmの液状エポキシ樹脂で接合した以外は電波吸収体-1と同様の電波吸収体とした。

(結果)電波吸収体の製作において、抵抗膜Aは適当な強度及び剛性を有し、ハンドリング性、施工性が良好であった。

【0024】エポキシモルタルおよび軽量1種コンクリートの打設後の材令1週間の上記電波吸収体-1及び電波吸収体-2について、周波数400MHz~1.1GHzの範囲の電波を抵抗膜側から電波入射角度50°で入射させ、反射損失を測定した。その結果を図3に示す。反射損失は、電波吸収体-1において、ピーク周波数590MHzにおいて約25dB、電波吸収体-2において、ピーク周波数540MHzにおいて約24dBであった。

【0025】電波吸収体-1及び電波吸収体-2は共に良好な電波吸収特性を示した。

〔比較例1〕最高熱処理温度1000℃のビッチ系炭素繊維(平均繊維長:3mm、平均繊維直径:14.5 $\mu$ m)25重量%、抄紙用バインダーとしてのセルロース繊維75重量%の混合物を原料として抄紙し、坪量40g/m<sup>2</sup>、厚さ0.25mm、幅650mmの長尺炭素

繊維ペーパーを製造した。この炭素繊維ペーパーからカッターにて一部を切り取り、縦10mm、横40mmの矩形的開孔を図1に示すように規則正しく形成し、開孔率60%、高周波抵抗約540Ωの抵抗膜（抵抗膜B）を製造した。

【0026】この抵抗膜を用いて図2に示すような構造の1300mm×1300mm×62mmの以下の2種類の電波吸収体（電波吸収体-3、及び電波吸収体-4）を製造した。

（電波吸収体-3）表面から約25mmの位置に太さ3mmの金属棒4を縦、横の間隔がそれぞれ60mm、20mmになるようにメッシュ状に埋設した反射層を有するピニロン繊維補強コンクリート5の表面に、抵抗膜1（抵抗膜B）を厚さ5mmのエポキシモルタル2を用いて接合しその上を磁器製の厚さ7mmのタイルからなる表面仕上げ材3で覆った。抵抗膜1はエポキシモルタル2のほぼ中央になるようにした。

（電波吸収構造体-4）ピニロン繊維補強コンクリートの表面に、抵抗膜1（抵抗膜B）を厚さ1mmの液状エポキシ樹脂で接合した以外は電波吸収体-1と同様の電波吸収体とした。

（結果）電波吸収体の製作において、樹脂で被覆されていない抵抗膜Bは強度が小さく、抵抗膜を破損させないよう細心の注意が必要だった。

【0027】エポキシモルタルおよびピニロン繊維補強コンクリートの打設後の上記電波吸収体-3及び電波吸収体-4について、周波数400MHz～1.1GHzの範囲の電波を抵抗膜側から電波入射角度0°で入射させ、反射損失を測定した。その結果を図4に示す。反射損失は、電波吸収体-3において、ピーク周波数680MHzにおいて約23dB、電波吸収体-4において、ピーク周波数600MHzにおいて約9dBであった。

電波吸収体-3は良好な電波吸収特性を示したが、電波吸収体-4は電波吸収特性が劣ったものとなった。これは、炭素繊維ペーパーの空隙に粘度の小さいエポキシ樹脂が進入し抵抗膜の電気特性を変化させたためと考えられる。

【0028】

【発明の効果】実施例1及び比較例1との比較から明らかに炭素繊維ペーパーの両面を樹脂で被覆した本発明の抵抗膜は、軽量であるにもかかわらず、適度な強度及び剛性を有し、電波吸収体を製造する際のハンドリング性、施工性に優れている。また、樹脂によって被覆されるため、本発明の抵抗膜は水分を吸うことが少なく、劣化が少ない。本発明の抵抗膜を電波吸収体においてコンクリート、エポキシ樹脂等の誘電体中に埋設した場合、誘電体の性状に影響されず安定な電気的特性を維持できる。したがって、本発明の抵抗膜を用いれば電波吸収体の設計が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の開孔を有する抵抗膜における開孔の配置の一例を示す部分拡大図

【図2】実施例1及び比較例1で製造した電波吸収構造体の構成を示す斜視図

【図3】実施例1で製造した電波吸収体における入射電波の周波数と反射損失を示すグラフ

【図4】比較例1で製造した電波吸収体における入射電波の周波数と反射損失を示すグラフ

【符号の説明】

- 1 抵抗膜
- 2 エポキシモルタル又はエポキシ樹脂
- 3 表面仕上げ材
- 4 金属棒
- 5 コンクリート

【図1】

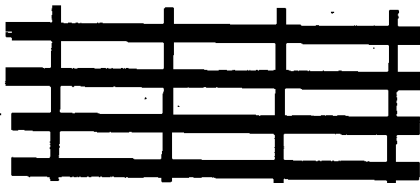


図1

【図2】

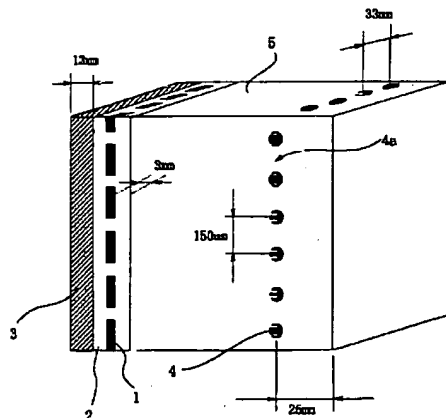


図2

【図3】

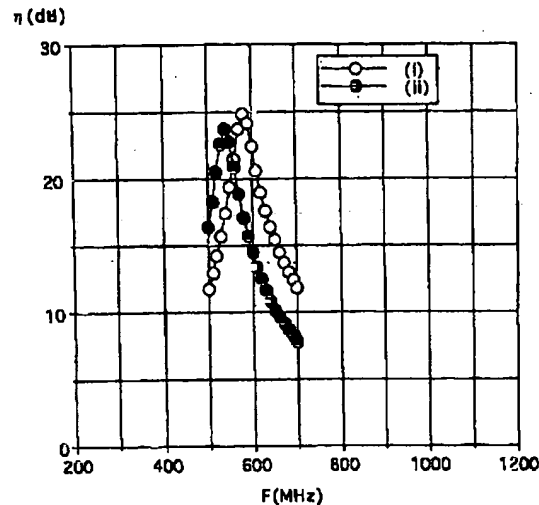


図 3

(I) 電波吸収体-1  
(II) 電波吸収体-2

【図4】

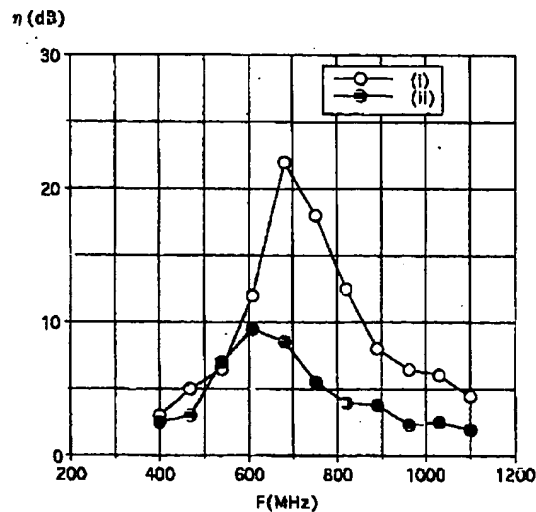


図 4

(I) 電波吸収体-3  
(II) 電波吸収体-4

【手続補正書】

【提出日】平成11年10月28日(1999.10.28)

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】電波吸収壁用の抵抗膜及びその製

造方法、並びにその抵抗膜を用いた電波吸収壁。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 繊維長0.1～150mmの短炭素繊維から形成された炭素繊維ペーパーの両面又は片面が樹脂で被覆されており、複数の開孔部が形成されていることを特徴とする電波吸収壁用の抵抗膜。

【請求項2】 複数の開孔部が同じ形状をしており、且つ一定の間隔を空けて規則的に配置されている請求項1記載の電波吸収壁用の抵抗膜。



【請求項3】 厚みが0.2～0.4mmである請求項1または2記載の電波吸収壁用の抵抗膜。

【請求項4】 前記樹脂がポリエチレンテレフタレートである請求項1～3のいずれかに記載の電波吸収壁用の抵抗膜。

【請求項5】 繊維長0.1～150mmの短炭素繊維を抄紙して炭素ペーパーを得る工程と、前記炭素ペーパーの両面又は片面を樹脂で被覆する工程と、複数の開孔部を炭素繊維ペーパーに形成する工程とを有することを特徴とする電波吸収壁用の抵抗膜の製造方法。

【請求項6】 請求項1～4のいずれかに記載の抵抗膜と電波反射層とを有する電波吸収壁。

【請求項7】 抵抗膜と電波反射層との間に、コンクリートが存在する請求項6記載の電波吸収壁。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電波吸収壁に用いられる抵抗膜及びその製造方法並びにその抵抗膜を用いた電波吸収体に関する。さらに詳しくは、建築物の外壁材として有用な電波吸収構造壁に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ビルディング等建造物による電波障害が大きな社会問題となっている。この電波障害を解消するために、電波の反射体と抵抗膜とを組み合わせた $\lambda/4$ 型の電波吸収壁が提案されている（特開平8-326193号公報参照）。この提案は、電波の反射層と抵抗膜とからなる構造体において、反射層の入射方向の前面から $\lambda/4$ （ $\lambda$ は入射電波の波長）だけ離れた位置に所定の抵抗値を有する抵抗膜を配置すると、電波吸収特性の優れた電波吸収壁になるという知見に基づくものである。

【0003】また、同様の思想に基づく電波吸収体が提案されている（特開平9-260886号公報参照）。これは、 $10^{-4} \sim 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ の体積固有電気抵抗を示す多数本の炭素長繊維を長さ方向に配列し結着剤で結合してなる複数の長尺の炭素繊維束を間隔を開けて平行に配列してなる抵抗膜層と、その背後にある誘電体層と、更に誘電体層の背後にある反射層とを有する電波吸収体である。

【0004】その他、抵抗膜として炭素繊維（CF）抄造紙を用いたときの、その電気的な基礎物性並びに、前記炭素繊維抄造紙を抵抗膜として用いた $\lambda/4$ 型電波吸収壁として使用した場合のテレビ電波吸収能についての実験的検討の報告がなされている（大谷他：日本建築学会大会講演梗概集、1996年6月、p1339-1340「炭素繊維抵抗膜を用いたテレビ電波吸収壁の開発（その1 CF抵抗膜の電気的特性と電波吸収能）」参照）。ここでは、厚さ350 $\mu\text{m}$ で直流面積抵抗が473 $\Omega/\text{square}$ のCF抄造紙を2枚張り合わせた抵抗膜、並びに該抵抗膜に矩形の孔を開けてメッシュ構造

とし、開孔率を変えることにより抵抗値を調整した抵抗膜が使用されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、炭素繊維抄造紙は強度が低い。そのため、例えばコンクリート等に埋め込んで実用的な面積を有する電波吸収壁を製造する場合に、取り扱いが容易でない。特に開孔を有するメッシュ形状の抵抗膜においてはそれが顕著である。本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、軽量で強度が高いため、共振型の電波吸収壁の製造時において取り扱いが容易な、施工性に優れた抵抗膜及びその抵抗膜の製造方法を提供することを目的としている。本発明の更なる目的は、その抵抗膜を用いた優れた電波吸収特性を有する電波吸収壁を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の前記目的及び利点は、繊維長0.1～150mmの短炭素繊維から形成された炭素繊維ペーパーの両面又は片面が樹脂で被覆されており、複数の開孔部が形成されていることを特徴とする電波吸収壁用の抵抗膜によって達成される。炭素繊維ペーパーを樹脂で被覆することにより、抵抗膜の重量を大きくすることなく抵抗膜の強度を向上させることができる。したがって、抵抗膜を埋め込んだ構造の電波吸収壁の製造において、施工性に優れた抵抗膜となる。また、その被覆する樹脂で抵抗膜の抵抗値を調整することができる。なお、本発明の抵抗膜は樹脂で被覆されるため、抵抗膜に防湿、防水の機能を付与することができる利点もある。

【0007】本発明の抵抗膜には複数の開孔部を形成する。開孔によって抵抗膜の抵抗値を調整することができる。また、コンクリート等の誘電体に埋設される場合、抵抗膜が開孔を有することによって、抵抗膜の両側を挟むコンクリート等の構造体が開孔を通して一体となることができる。したがって、誘電体の強度をあまり損なうことがない。さらに、接着剤等により抵抗膜とコンクリート等の構造体とを接着する作業が不要となる。開孔の形状は矩形、三角形、その他の多角形、円形、楕円形等任意の形状とすることができる。但し、製造や電波吸収特性の面から矩形が好ましい。また、抵抗膜の複数の開孔部を同じ形状とし、且つ一定の間隔を空けて規則的に配置されていると、抵抗値を調整する面から好ましい。さらにまた、本発明の抵抗膜は、厚みが0.2～0.4mmであることが好ましい。強度やハンドリングに優れたものとなる。特に、抵抗膜の強度及び剛性の点で、前記樹脂がポリエチレンテレフタレートであることが好ましい。

【0008】複数の開孔部が同じ形状であり、且つ一定の間隔を空けて規則的に配置されている抵抗膜を用いて共振型の電波吸収構造壁を構成する場合、開孔部が規則的に配置された方向と吸収しようとする電波の電界方向

とが平行になるように構成されることが好ましい。これにより、電波吸収特性を向上させることができる。本発明の電波吸収壁用抵抗膜は、繊維長0.1~150mmの短炭素繊維を抄紙して炭素繊維ペーパーを得る工程と、前記炭素繊維ペーパーの両面又は片面を樹脂で被覆する工程と、複数の開孔部を炭素繊維ペーパーに形成する工程とを経て製造することができる。

【0009】本発明の抵抗膜は、電波反射層を組み合わせる電波吸収壁として使用されることができる。例えば本発明の電波吸収構造壁は、炭素繊維ペーパーの両面又は片面が樹脂で被覆されている抵抗膜と導電性の電波反射層と誘電体とを含む。また、抵抗膜と電波反射層との間に、誘電体であるコンクリートを存在させてもよい。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の電波吸収壁用抵抗膜は炭素繊維ペーパーの両面又は片面が樹脂で被覆されてシート状に成形されたものである。シートの形状としては縦と横がほぼ同程度の寸法を有するものから、一方向の寸法が他方向の寸法に比べて極端に大きなテープ状のものも包含するものである。本発明の抵抗膜の構成要素である炭素繊維ペーパーは、例えば短炭素繊維を抄紙することによって製造することができる。抄紙は、炭素繊維と抄紙用バインダーの混合物を原料として、円網を用いた抄き網部、圧搾部、乾燥部等からなる通常の抄紙機を用いて行うことができる。炭素繊維は、例えばピッチ、ポリアクリロニトリル、レーヨン等を原料としたものが使用される。このなかでもピッチを原料とした短炭素繊維が好ましい。原料のピッチとしては、例えば石炭系のコールタール、コールタールピッチ、石炭液化物、石油系の重質油、ピッチ、石油樹脂やその熱重合反応生成物、ナフタレンやアントラセンの触媒反応による生成物等を挙げることができる。

【0011】本発明で使用される炭素繊維は、繊維長が0.1~150mm程度の短炭素繊維が好ましく使用される。また、炭素繊維はその体積抵抗が $10^{-3} \sim 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 、繊維直径が $5 \sim 30 \mu\text{m}$ のものが好ましく使用される。炭素繊維は一種類又は上記特性の異なる二種類以上の炭素繊維を混合して使用することができる。抄紙用バインダーとしては、セルロース繊維、ポリプロピレン繊維、ポリビニルアルコール繊維、抄紙用パルプ等の有機繊維が好適であり、一種類又は二種類以上のバインダーの混合物を使用することができる。

【0012】炭素繊維ペーパーの抵抗値は、炭素繊維の体積固有抵抗の値、炭素繊維の長さ、炭素繊維と抄紙用バインダーとの配合比、炭素繊維ペーパーの坪量(単位面積当たりの重量)等を適当に組み合わせることによって所望の値に調整することができる。本発明の抵抗膜は、上述のようにして製造した炭素繊維ペーパーの両面又は片面を樹脂で被覆して製造する。ハンドリング性、抵抗値の調整の面から炭素繊維ペーパーの両面が被覆される

ことが好ましい。

【0013】樹脂としては、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂等の熱硬化性樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂(PET)、ポリブチレンテレフタレート樹脂(PBT)、ポリカーボネート樹脂(PC)、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂などの熱可塑性樹脂、天然ゴム、合成ゴム等のゴム状物質等を例示することができる。このなかでもポリエチレンテレフタレート樹脂(PET)を使用することが、ラミネートの容易性、抵抗膜の強度および剛性等の点から好ましい。

【0014】炭素繊維ペーパーの両面又は片面を樹脂で被覆するには、各種の方法を採用することができる。例えば、炭素繊維ペーパーの両面を樹脂で被覆する場合、炭素繊維ペーパーに熱硬化性樹脂を含浸させて硬化させる方法が挙げられる。このとき熱硬化性樹脂を溶剤で希釈したものを使用すると、炭素繊維ペーパーへの含浸を容易にすることもできる。溶剤で希釈した樹脂を使用した場合は、樹脂の硬化に先立って溶剤を乾燥除去することが好ましい。溶剤としては、例えばエチルアルコール等を例示することができる。

【0015】その他、炭素繊維ペーパーに、熱可塑性樹脂を溶剤に溶解した溶液を含浸させ、その後溶剤を乾燥除去することによっても炭素繊維ペーパーの両面を樹脂で被覆することができる。また、炭素繊維ペーパーの両面又は片面に熱可塑性樹脂からなるシートまたはフィルムをラミネートする方法によっても、炭素繊維ペーパーの両面又は片面を樹脂で被覆することができる。ラミネートは加熱プレス、加熱ローラーによる圧着等によって行うことができる。

【0016】本発明の抵抗膜は、構成要素である炭素繊維ペーパーの抵抗値を調整することにより、容易に希望の抵抗値を有するように制御することができる。炭素繊維ペーパーの抵抗値は炭素繊維ペーパーの断面積等によって変化する。また、上記のようにして製造された両面又は片面が樹脂で被覆された炭素繊維ペーパーに、開孔部を形成することによって更に抵抗膜全体の抵抗値を調整することができる。

【0017】開孔部を形成して抵抗膜の抵抗値を調整する場合においては、複数の開孔部が同じ形状をしており、且つ一定の間隔を空けて規則的に配置されていることが好ましい。複数の開孔部が同じ形状であり、且つ一定の間隔を空けて規則的に配置されている抵抗膜を用いて共振型の電波吸収構造壁を構成する場合、開孔部が規則的に配置されている方向と吸収しようとする電波の電界方向とが平行になるように構成されることが好ましい。このような構造にすることによって電波吸収特性を向上させることができる。

【0018】開孔部を形成する方法としては、樹脂で両面又は片面が被覆された炭素繊維ペーパーの一部を切断

して取り除く方法がある。あるいは樹脂で両面又は片面が被覆されたテープ状の炭素繊維ペーパーを格子状に接着又は熱圧着する方法によって、開孔部をもった本発明の抵抗膜を形成することができる。その他、開孔部が形成された炭素繊維ペーパーの両面又は片面に樹脂を被覆されることによって得ることができる。但し、樹脂で被覆された後に開孔する方が、炭素繊維ペーパーに開孔部を形成しやすいので好ましい。本発明の抵抗膜は、樹脂層を含めた全体の厚さが0.05~1.0mm、好ましくは0.2~0.4mmであることが、強度やハンドリング性等の面から望ましい。

【0019】本発明の抵抗膜を用いると、優れた電波吸収特性をもった共振型の電波吸収壁を得ることができる。また、抵抗膜は強度、剛性が高く、且つ軽量であるため施工性がよい。したがって容易に電波吸収壁を製造することができる。本発明の抵抗膜を用いて共振型の電波吸収壁を製造するには、抵抗膜と電波反射層とを適当な間隔を保って配置するように構成する。抵抗膜と電波反射層の間は真空又は空気のみが存在する構成であってもよく、またコンクリート、プラスチック、石材、煉瓦、木材等の誘電体が存在する構成であってもよい。誘電体の中に抵抗膜が埋没されるような構成であっても、誘電体の性状に影響を受けることが少なく、安定した電波吸収特性を維持できる。したがって、本発明の抵抗膜を用いれば、電波吸収壁の設計が容易に行える。

【0020】電波反射層は、金属板、金属箔等の連続したシートあるいはフィルム状の導電体、金網のような導電性の網状体、金属等の導電性の棒又は線を一方向或いは二方向にほぼ一つの平面を構成するように間隔をおいて配置した層等で構成することができる。電波反射層は電波吸収壁で吸収しようとする電波を反射するものであればこれらに限定されるものではない。鉄筋コンクリートで電波吸収壁を構成する場合は、鉄筋で電波反射層を構成することも可能である。

【0021】抵抗膜と電波反射層とは一定の間隔を空けてほぼ平行になるように配置することが好ましい。テープ状の抵抗膜を用いる場合は、テープ状の抵抗膜を所望の間隔をあけて、長さ方向が吸収しようとする電波の電界方向と平行になるように配置することが好ましい。抵抗膜と電波反射層の間隔 $L$ は、吸収しようとする電波の波長を $\lambda$ 、抵抗膜と電波反射層の間に存在する誘電体の誘電率を $\epsilon$ とした場合、

$$L = (\lambda/4) (\epsilon)^{-1/2}$$

とすることが電波吸収特性を高める上で有利であるが、電波吸収特性、電波吸収壁の厚さ等を考慮して決定される。本発明の抵抗膜は、ビルディング等のコンクリート外壁の中に埋め込んで共振型の電波吸収壁を製造するのに好適に使用される。

【0022】

【実施例】以下実施例により本発明を更に詳しく説明す

る。

【実施例1】最高熱処理温度1000℃のビッチ系炭素繊維（平均繊維長：3mm、平均繊維直径：14.5 $\mu$ m）25重量%、抄紙用バインダーとしてのセルロース繊維75重量%の混合物を原料として抄紙し、坪量40g/m<sup>2</sup>、厚さ0.20mm、幅650mmの長尺炭素繊維ペーパーを製造した。この炭素繊維ペーパーに液状レゾール型フェノール樹脂（エチルアルコール希釈）を含浸させた後、乾燥、硬化させて、坪量60g/m<sup>2</sup>のフェノール樹脂含浸炭素繊維ペーパーとした。この後、フェノール樹脂含浸炭素繊維ペーパーの両面にポリエチレンテレフタレート樹脂シートを積層し加熱圧着し厚さ0.3mmのシート状成形物を製造した。このシート状成形物に、ダイカットロールを用いて、縦40mm、横12mmの矩形の開孔を図1に示すように視則正しく形成し、開孔率50%、高周波抵抗約300 $\Omega$ の抵抗膜（抵抗膜A）を製造した。

【0023】この抵抗膜を用いて図2に示すような構造の2100mm×2100mm×150mmの以下の2種類の電波吸収壁（電波吸収壁-1、及び電波吸収壁-2）を製造した。

（電波吸収壁-1）表面から約25mmの位置に太さ6mmの金属棒4を縦、横の間隔がそれぞれ150mm、33mmになるようにメッシュ状に埋設した反射層4aを有する軽量1種コンクリート5の表面に、抵抗膜1（抵抗膜A）を厚さ3mmのエポキシモルタル2を用いて接合しその上を磁器製の厚さ13mmの大型タイルからなる表面仕止材3で覆った。抵抗膜1はエポキシモルタル2のほぼ中央になるようにした。

（電波吸収壁-2）軽量1種コンクリートの表面に、抵抗膜1（抵抗膜A）を、前記エポキシモルタル2の代わりに厚さ1mmの液状エポキシ樹脂で接合した以外は電波吸収壁-1と同様の電波吸収壁とした。

（結果）電波吸収壁の製作において、抵抗膜Aは適当な強度及び剛性を有し、ハンドリング性、施工性が良好であった。

【0024】エポキシモルタルおよび軽量1種コンクリートの打設後の材令1週間の上記電波吸収壁-1及び電波吸収壁-2について、周波数400MHz~1.1GHzの範囲の電波を抵抗膜側から電波入射角度50°で入射させ、反射損失を測定した。その結果を図3に示す。反射損失は、電波吸収壁-1において、ピーク周波数590MHzにおいて約25dB、電波吸収壁-2において、ピーク周波数540MHzにおいて約24dBであった。

【0025】電波吸収壁-1及び電波吸収壁-2は共に良好な電波吸収特性を示した。

【比較例1】最高熱処理温度1000℃のビッチ系炭素繊維（平均繊維長：3mm、平均繊維直径：14.5 $\mu$ m）25重量%、抄紙用バインダーとしてのセルロース

繊維75重量%の混合物を原料として抄紙し、坪量40 g/m<sup>2</sup>、厚さ0.25mm、幅650mmの長尺炭素繊維ペーパーを製造した。この炭素繊維ペーパーからカッターにて一部を切り取り、縦10mm、横40mmの矩形的開孔を図1に示すように規則正しく形成し、開孔率60%、高周波抵抗約540Ωの抵抗膜（抵抗膜B）を製造した。

【0026】この抵抗膜を用いて図2に示すような構造の1300mm×1300mm×62mmの以下の2種類の電波吸収壁（電波吸収壁-3、及び電波吸収壁-4）を製造した。

（電波吸収壁-3）表面から約25mmの位置に太さ3mmの金属棒4を縦、横の間隔がそれぞれ60mm、20mmになるようにメッシュ状に埋設した反射層を有するビニロン繊維補強コンクリート5の表面に、抵抗膜1（抵抗膜B）を厚さ5mmのエポキシモルタル2を用いて接合しその上を磁器製の厚さ7mmのタイルからなる表面仕上げ材3で覆った。抵抗膜1はエポキシモルタル2のほぼ中央になるようにした。

（電波吸収壁-4）ビニロン繊維補強コンクリートの表面に、抵抗膜1（抵抗膜B）を厚さ1mmの液状エポキシ樹脂で接合した以外は電波吸収壁-1と同様の電波吸収壁とした。

（結果）電波吸収壁の製作において、樹脂で被覆されていない抵抗膜Bは強度が小さく、抵抗膜を破損させないよう細心の注意が必要だった。

【0027】エポキシモルタルおよびビニロン繊維補強コンクリートの打設後の上記電波吸収壁-3及び電波吸収壁-4について、周波数400MHz～1.1GHzの範囲の電波を抵抗膜側から電波入射角度0°で入射させ、反射損失を測定した。その結果を図4に示す。反射損失は、電波吸収壁-3において、ピーク周波数680MHzにおいて約23dB、電波吸収壁-4において、ピーク周波数600MHzにおいて約9dBであった。電波吸収壁-3は良好な電波吸収特性を示したが、電波吸収壁-4は電波吸収特性が劣ったものとなった。これ

は、炭素繊維ペーパーの空隙に粘度の小さいエポキシ樹脂が進入し抵抗膜の電気特性を変化させたためと考えられる。

【0028】

【発明の効果】実施例1及び比較例1との比較から明らかのように炭素繊維ペーパーの両面を樹脂で被覆した本発明の抵抗膜は、軽量であるにもかかわらず、適当な強度及び剛性を有し、電波吸収壁を製造する際のハンドリング性、施工性に優れている。また、樹脂によって被覆されるため、本発明の抵抗膜は水分を吸うことが少なく、劣化が少ない。本発明の抵抗膜を電波吸収壁においてコンクリート、エポキシ樹脂等の誘電体中に埋設した場合、誘電体の性状に影響されず安定な電気的特性を維持できる。したがって、本発明の抵抗膜を用いれば電波吸収壁の設計が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の開孔を有する抵抗膜における開孔の配置の一例を示す部分拡大図

【図2】実施例1及び比較例1で製造した電波吸収壁の構成を示す斜視図

【図3】実施例1で製造した電波吸収壁における入射電波の周波数と反射損失を示すグラフ

【図4】比較例1で製造した電波吸収壁における入射電波の周波数と反射損失を示すグラフ。

【符号の説明】

- 1 抵抗膜
- 2 エポキシモルタル又はエポキシ樹脂
- 3 表面仕上げ材
- 4 金属棒
- 5 コンクリート

【手続補正3】

【補正対象書類名】図面

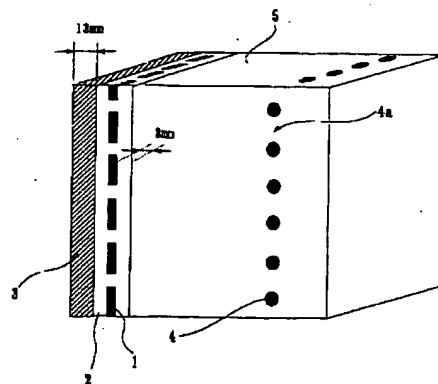
【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正内容】

【図2】

図2



フロントページの続き

(72)発明者 永井 愛作  
福島県いわき市錦町落合16 呉羽化学工業  
株式会社錦工場内  
(72)発明者 渋谷 幸廣  
福島県いわき市錦町落合16 呉羽化学工業  
株式会社錦工場内  
(72)発明者 小林 美亀雄  
東京都調布市飛田給二丁目19番1号 鹿島  
建設株式会社技術研究所内  
(72)発明者 笠嶋 善憲  
東京都港区元赤坂一丁目2番7号 鹿島建  
設株式会社内

(72)発明者 中川 裕章  
東京都調布市飛田給二丁目19番1号 鹿島  
建設株式会社技術研究所内  
(72)発明者 小杉 隆大  
東京都調布市飛田給二丁目19番1号 鹿島  
建設株式会社技術研究所内  
(72)発明者 佐藤 拓朗  
東京都港区元赤坂一丁目3番8号 鹿島建  
設株式会社東京支店内  
F ターム(参考) 4F100 AD11A AJ04 AK01B AK01C  
AK33 AK42 AS00 BA03 BA06  
BA10B BA10C BA13 DC11  
DC16 DG03A DG10A DH02A  
GB07 JD08 JG04  
5E321 AA41 BB21 BB41 CC16 GG12  
GH07